

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-271300

(43)Date of publication of application : 18.10.1996

(51)Int.Cl.

G01F 1/32

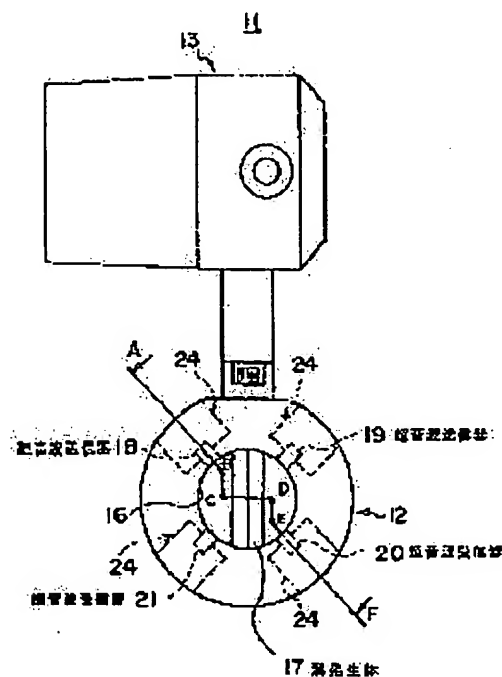
(21)Application number : 07-075078

(71)Applicant : TOKICO LTD

(22)Date of filing : 31.03.1995

(72)Inventor : KOIKE KOJI

(54) VORTEX FLOWMETER



(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a vortex flowmeter constituted so as to detect accurately a Karman vortex generated on the downstream side of a vortex generator in a range from a low flow rate area to a high flow rate area.

CONSTITUTION: This vortex flowmeter comprises a housing 12 and a flow rate indicating part 13. A vortex generator 17 is provided in a flow passage 16 of the housing 12 and ultrasonic transmitters 18 and 19 and ultrasonic receivers 20 and 21 are provided at the left and right positions of the flow passage 16 being on the downstream side of the vortex generator 17. The ultrasonic transmitters 18 and 19 and the ultrasonic receivers 20 and 21 are provided so as to be movable in the direction of extension of the flow passage 16 by moving devices 24 respectively. The ultrasonic transmitters 18 and 19 and the

ultrasonic receivers 20 and 21 are moved in a direction of approaching the vortex generator 17 or separating by the moving devices 24 and thereby a Karman vortex generated on the downstream side of the vortex generator 17 is detected at an optimum vortex detecting position in accordance with a flow rate.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The eddy generating object prepared in the passage where a current measurement-ed object flows, and the ultrasonic transmitter formed in the passage wall of the downstream of this eddy generating object, In the vortex flowmeter which has the ultrasonic receiver which detects the supersonic wave which was formed in the passage wall which counters this ultrasonic transmitter, and was transmitted from this ultrasonic transmitter The flowmeter characterized by coming to have the migration means moved in the direction which responds to the eddy generated on the lower stream of a river of said eddy generating object, and approaches or estranges said ultrasonic transmitter and an ultrasonic receiver on said eddy generating object.

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the vortex flowmeter constituted so that the Karman's vortex which starts a vortex flowmeter, especially is generated on the lower stream of a river of an eddy generating object might be detected to accuracy from a low flow rate region to a high flow rate region.

[0002]

[Description of the Prior Art] For example, there is a vortex flowmeter considered as the configuration which detects the Karman's vortex generated on the lower stream of a river of an eddy generating object as one of the flowmeters for measuring the flow rate of fluids, such as petroleum, food, and chemistry liquid.

[0003] A vortex flowmeter consists of housing prepared in the middle of piping to which a profile and a current measurement-ed object are supplied, the eddy generating object which stands up in the passage of housing, the sensor section which detects the Karman's vortex generated on the lower stream of a river of an eddy generating object, and the flow rate directions section which calculates the flow rate of a current measurement-ed object, and displays the flow rate value from the period (or frequency) of the detecting signal from the sensor section.

[0004] And the method which detects the phase change of the ultrasonic signal transmitted from the

ultrasonic sensor, or the method which detects the differential pressure of right and left of the eddy generating object by Karman's vortex is adopted as the sensor section. Since the vortex flowmeter which used the ultrasonic sensor also in various sensors has the highly precise and strong description, it is suitable for measuring a liquid.

[0005] The configuration of the conventional vortex flowmeter which used the ultrasonic sensor for drawing 9 is shown. If an oscillation signal is outputted from an ultrasonic wave oscillator 1, a supersonic wave will be transmitted into a fluid from ultrasonic transmitter 2a. A supersonic wave is spread in accordance with a path parallel to the space of a perpendicular and this drawing to the travelling direction of a fluid, and is detected by ultrasonic receiver 2b. The output signal alpha of this ultrasonic receiver 2b is supplied to a phase comparator 4 through the phase control machine 3.

[0006] The oscillation signal beta which branched from the output of an oscillator 1 on the other hand apart from the supersonic wave which spreads the inside of a fluid is supplied to the input terminal of another side of a phase comparator 4 through the phase control machine 5. In a phase comparator 4, the phase of the two above-mentioned signals alpha and beta is compared. And the signal alpha outputted by detecting the supersonic wave which passed through the inside of the fluid in the condition that Karman's vortex has not occurred has fixed phase contrast to the oscillation signal beta from an oscillator 1.

[0007] If a current measurement-ed object flows, Karman's vortex regular alternately with right and left will generate the inside of a duct 6 at spacing which is proportional to the flow rate of a current measurement-ed object on the lower stream of a river of the eddy generating object 7. The ultrasonic sensor which consists of ultrasonic transmitter 2a and ultrasonic receiver 2b is formed in the lower stream of a river of the eddy generating object 7. This ultrasonic transmitter 2a and ultrasonic receiver 2b are prepared so that a supersonic wave may be transmitted in the direction which intersects perpendicularly to the migration direction of Karman's vortex.

[0008] When the supersonic wave transmitted from ultrasonic transmitter 2a encounters the Karman's vortex generated on the lower stream of a river of the eddy generating object 7, the rate-of-flow component of the longitudinal direction of Karman's vortex will receive a phase modulation. Therefore, the phase contrast of two signals alpha and beta supplied to a phase comparator 4 becomes a different value from predetermined phase contrast in case the supersonic wave which passes through the inside of a fluid does not encounter Karman's vortex. In a vortex flowmeter, by detecting change of this phase contrast and taking out from output terminal 8a through a filter 8, the number of generation of the Karman's vortex proportional to the rate of flow or a flow rate can be detected, and the flow rate of a current measurement-ed object can be measured based on this.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the Karman's vortex generated on the lower stream of a river of the eddy generating object 7 will become so weak that it flows to the downstream, and will disappear soon. therefore, ultrasonic transmitter 2a and ultrasonic receiver 2b are beforehand set up so that the distance from the eddy generating object 7 may serve as a location which is easy to detect Karman's vortex -- having -- **** -- the alienation concerned -- the eddy detection location was decided to be a location.

[0010] However, the generating distance of the Karman's vortex generated on the lower stream of a river of the eddy generating object 7 changes with a flow rate or rates of flow, and the generating distance of

Karman's vortex becomes short as a flow rate or the rate of flow decreases. However, in the conventional vortex flowmeter, ultrasonic transmitter 2a and ultrasonic receiver 2b are being fixed to the wall of a duct 6.

[0011] For example, when measuring the flow rate of a low flow rate region, since the flow rate or the rate of flow is decreasing, Karman's vortex is weak. Therefore, there was a problem that the phase contrast of two signals alpha and beta is small, and Karman's vortex may be unable to be detected even if the supersonic wave transmitted from ultrasonic transmitter 2a encounters Karman's vortex.

[0012] Then, this invention aims at offering the vortex flowmeter which solved the above-mentioned problem.

[0013]

[Means for Solving the Problem] The eddy generating object with which this invention was prepared in the passage where a current measurement-ed object flows, and the ultrasonic transmitter formed in the passage wall of the downstream of this eddy generating object, In the vortex flowmeter which has the ultrasonic receiver which detects the supersonic wave which was formed in the passage wall which counters this ultrasonic transmitter, and was transmitted from this ultrasonic transmitter It is characterized by coming to have the migration means moved in the direction which responds to the eddy generated on the lower stream of a river of said eddy generating object, and approaches or estranges said ultrasonic transmitter and an ultrasonic receiver on said eddy generating object.

[0014]

[Function] By making it move in the direction which responds to the eddy generated on the lower stream of a river of an eddy generating object, and approaches or estranges an ultrasonic transmitter and an ultrasonic receiver on an eddy generating object, irrespective of flow rate change, it becomes possible to detect eddy generating correctly, and, according to this invention, a low flow rate region can also raise measurement precision.

[0015]

[Example] One example of the vortex flowmeter which becomes this invention at drawing 1 thru/or drawing 3 is shown. Drawing 1 is the front view of a vortex flowmeter 11, drawing 2 is the side elevation of a vortex flowmeter 11, and drawing 3 is drawing showing the eddy detector configuration of a vortex flowmeter 11.

[0016] A vortex flowmeter 11 serves as more a profile, the housing 12 arranged between upstream piping and downstream piping, and the flow rate directions section 13 which is prepared in the upper part of housing 12 and displays a flow rate. In addition, while the flow rate directions section 13 has drop 13a which displays a flow rate measurement value on the front face numerically, the ultrasonic wave oscillator 14, the phase comparator 15, and the control circuit 40 mentioned later are contained by the interior.

[0017] Housing 12 has the passage 16 where a current measurement-ed object flows inside, and the eddy generating object 17 is established in passage 16. If the eddy generating object 17 is seen from a top, it is processed into the configuration which Karman's vortex, such as a triangle or a trapezoid, tends to generate. Moreover, the ultrasonic transmitters 18 and 19 and the ultrasonic receivers 20 and 21 which constitute an ultrasonic sensor as shown in drawing 2 and drawing 3 are formed in the right-and-left location of the passage 16 which serves as a lower stream of a river from the eddy generating object 17.

Each ultrasonic transmitters 18 and 19 and the ultrasonic receivers 20 and 21 are attached towards the axial center O of passage 16, respectively.

[0018] In addition, the ultrasonic transmitters 18 and 19 consist of a piezoelectric device which vibrates with the oscillation signal from an ultrasonic wave oscillator 14 although not illustrated, for example, and a diaphragm by which excitation is carried out to a piezoelectric device. Moreover, the ultrasonic receivers 20 and 21 are the same configurations as the above-mentioned ultrasonic transmitters 18 and 19, and consist of a diaphragm which receives the supersonic wave which spread the inside of a fluid, and a piezoelectric device which outputs the electrical signal according to vibration of a diaphragm.

[0019] Drawing 4 is the Karman's vortex generated on the lower stream of a river of the eddy generating object 17, and the perspective view showing the attaching position of the ultrasonic transmitters 18 and 19 and the ultrasonic receivers 20 and 21. In drawing 4, the supersonic waves a and b transmitted from the ultrasonic transmitters 18 and 19 are spread, as a broken line shows. That is, the travelling direction serves as reverse sense, and two supersonic waves a and b cross with the axial center O of passage 16, and reach the ultrasonic receivers 20 and 21.

[0020] Moreover, by drawing 4, Karman's vortex 22 passes the propagation path of two supersonic waves a and b transmitted from the ultrasonic transmitters 18 and 19, and signs that following Karman's vortex 23 put in the ultrasonic propagation path are shown. Since the supersonic wave a transmitted from the ultrasonic transmitter 18 has the component of the direction as the travelling direction of a supersonic wave a where Karman's vortex 23 is the same, the phase will progress. On the other hand, the supersonic wave b transmitted from the ultrasonic transmitter 19 will be in the phase, when the travelling direction is the longitudinal direction component and reverse sense of Karman's vortex 23.

[0021] Therefore, when at least that of a supersonic wave a decreases and, as for both progress of a phase and the delay of the phase of a supersonic wave b, near the core of Karman's vortex 23 passes the transfer path of two supersonic waves a and b, at least that of a supersonic wave a of progress of a phase and the delay of the phase of a supersonic wave b is lost as Karman's vortex 23 moves down-stream. In case the second half part of Karman's vortex 23 passes the propagation path of the above-mentioned supersonic waves a and b henceforth, in the phase of a supersonic wave a, the phase of delay and a supersonic wave b progresses conversely.

[0022] Thus, one Karman's vortex's passage of the propagation path of the above-mentioned supersonic waves a and b changes the phase contrast of supersonic waves a and b like a sine wave for a half period. By detecting change of the phase contrast of these supersonic waves a and b, generating of Karman's vortex can be detected and it becomes possible counting the Karman's vortex per unit time amount further, or by asking for the period of Karman's vortex to measure the rate of flow and flow rate of a fluid.

[0023] Moreover, while becoming weak as the Karman's vortex generated on the lower stream of a river of the eddy generating object 17 moves down-stream, migration length detectable [with the magnitude of the rate of flow or a flow rate] differs. Therefore, the above-mentioned ultrasonic transmitters 18 and 19 and the ultrasonic receivers 20 and 21 are formed in the extension direction (the direction of X) of passage 16 movable by migration equipment 24, respectively. That is, in order to enable it to detect generating of Karman's vortex correctly, migration equipment 24 operates so that the ultrasonic transmitters 18 and 19 and the ultrasonic receivers 20 and 21 may be moved to the optimal location of the direction of X which is the easiest to detect Karman's vortex according to a flow rate or the rate of flow.

[0024] For example, when a flow rate or the rate of flow measures a large high flow rate region, the ultrasonic transmitters 18 and 19 and the ultrasonic receivers 20 and 21 are moved in the direction of a lower stream of a river estranged from the eddy generating object 17 by actuation of migration equipment 24. Moreover, when a flow rate or the rate of flow measures a small low flow rate region, the ultrasonic transmitters 18 and 19 and the ultrasonic receivers 20 and 21 are moved in the direction of the upstream which approaches the eddy generating object 17 by actuation of migration equipment 24.

[0025] Here, the configuration of migration equipment 24 is explained. Drawing 5 is a sectional view which meets the A-F line in drawing 2. In addition, since the migration equipment 24 to which the ultrasonic transmitters 18 and 19 and the ultrasonic receivers 20 and 21 are moved is the same configuration, respectively, it is hereafter made to explain the migration equipment 24 of the ultrasonic transmitter 18.

[0026] Migration equipment 24 is formed in stowage 12a of housing 12, and consists of a guide device 25 which guides the migration direction of the ultrasonic transmitter 18, and a linear motor 26 which drives the ultrasonic transmitter 18 in the direction approached or estranged on the eddy generating object 17. Opening 12c for the ultrasonic transmitter 18 to move in the direction of X is prepared in wall 12b of stowage 12a.

[0027] The guide device 25 consists of a guide plate 27 which fixes to the ultrasonic transmitter 18 and extends in the extension direction (the direction of X) of passage 16, and a guide attachment member 28 held to wall 12a of housing 12 possible [sliding of the both ends of a guide plate 27]. The guide attachment member 28 has opening 28a by which the ultrasonic transmitter 18 is inserted in a center section movable. Moreover, the guide attachment member 28 is being fixed to wall 12b of housing 12 by the draw-down of a mounting bolt 29, and the guide plate 27 is inserted between the slots 28b and 28c of the guide attachment member 28, and wall 12b.

[0028] Moreover, O ring 30 which carries out the seal of between guide plates 27 is formed in wall 12b. A linear motor 26 consists of the magnets 31 and 32 of the shape of a rod which fixed to the ultrasonic transmitter 18, holders 33 and 34 with which magnets 31 and 32 were inserted possible [sliding], and coils 35 and 36 prepared in holders 33 and 34. In addition, the holes 33a and 34a with which holders 33 and 34 are being fixed to 12d of walls of housing 12 by the draw-down of a mounting bolt 38 through the holder tie-down plate 37, and magnets 31 and 32 were inserted in the interior of holders 33 and 34, and coils 35 and 36 were formed are formed.

[0029] The linear motor 26 is constituted so that the suction force or repulsive force over magnets 31 and 32 may be generated by the field of coils 35 and 36. Therefore, a linear motor 26 can move the ultrasonic transmitter 18 in the direction of the upstream, or the direction of a lower stream of a river by controlling the current to coils 35 and 36. Moreover, since the guide plate 27 prepared in the ultrasonic transmitter 18 and one has extended in the direction parallel to the flow direction of passage 16, in case the ultrasonic transmitter 18 is driven to a linear motor 26, when the both ends of a guide plate 27 slide on between the slots 28b and 28c of the guide attachment member 28, and wall 12b, the migration direction is guided to it and it can be moved stably.

[0030] In addition, periphery side opening of stowage 12a of the housing 12 with which the above-mentioned migration equipment 24 was contained is lidded by the covering device material 39. And the coils 35 and 36 and the ultrasonic receivers 20 and 21 of the above-mentioned linear motor 26 are

connected to the control circuit 40. The control program for adjusting the eddy detection location to the eddy generating object 17 is inputted into this control circuit 40. This control program is a program which energizes in the coils 35 and 36 of the above-mentioned migration equipment 24, and performs migration control of the ultrasonic transmitters 18 and 19 and the ultrasonic receivers 20 and 21 so that the output more than disregard level A beforehand set up with the phase comparator 15 may be obtained.

[0031] Drawing 6 is a flow chart for explaining the processing which the control circuit 40 of a vortex flowmeter 11 performs. A control circuit 40 makes a supersonic wave transmit from the ultrasonic transmitters 18 and 19 in step S1 (for a "step" to be skipped below). In the following S2, it checks having received the supersonic wave which spread the inside of flowing fluid for passage 16 with the ultrasonic receivers 20 and 21.

[0032] If the supersonic wave which spread the inside of a fluid by S2 is received by the ultrasonic receivers 20 and 21, change of the phase contrast of the supersonic waves a and b which progressed to S3, and were detected with the phase comparator 15 as mentioned above will be detected. And the present instant flow Q of flowing fluid is calculated for passage 16 by detecting generating of Karman's vortex according to this phase contrast, and asking the Karman's vortex per unit time amount for the period of a count or Karman's vortex further.

[0033] In the following S4, the last instant flow rate Q_a memorized by the memory (not shown) of a control circuit 40 is read. Then, it progresses to S5 and the memory (not shown) of a control circuit 40 is made to memorize this instant flow Q . And S6 compares this instant flow Q and the last instant flow rate Q_a . That is, when this instant flow Q and the last instant flow rate Q_a are equal, this processing is ended and it returns to S1. However, when this instant flow Q and the last instant flow rate Q_a are not equal, it progresses to S7 and it is confirmed whether this instant flow Q is larger than the last instant flow rate Q_a .

[0034] When it is $Q > Q_a$, it progresses to S8 and the linear motor 26 of migration equipment 24 is made to drive here so that the ultrasonic transmitters 18 and 19 and the ultrasonic receivers 20 and 21 may be moved to the downstream. Now, the ultrasonic transmitters 18 and 19 and the ultrasonic receivers 20 and 21 move in the direction of a lower stream of a river estranged from the eddy generating object 17.

[0035] Drawing 7 shows signs that the ultrasonic transmitters 18 and 19 and the ultrasonic receivers 20 and 21 moved in the direction of a lower stream of a river. The propagation path of the supersonic wave transmitted from the ultrasonic transmitter 18 will estrange from the eddy generating object 17, and will pass through near the periphery of Karman's vortex 23 in a location. Therefore, when the flow rate of a high flow rate region is measured and it moves to the eddy detection location of the request estranged from the eddy generating object 17 according to the flow rate, in order that the phase of a supersonic wave may progress most, a disregard level serves as max.

[0036] In S9, it confirms whether to be more than disregard level A to which the disregard level of the phase contrast detected with the phase comparator 15 was set beforehand. This disregard level A is the threshold of the phase contrast beforehand set up according to the magnitude of the Karman's vortex generated on the lower stream of a river of the eddy generating object 17, and it can ensure detection of Karman's vortex, so that this phase contrast is large, as mentioned above.

[0037] Therefore, when the disregard level of the phase contrast detected with the phase comparator 15 is not more than disregard level A, it returns to the above S8 and the linear motor 26 of migration

equipment 24 is made to drive in S9, so that the ultrasonic transmitters 18 and 19 and the ultrasonic receivers 20 and 21 may be further moved to the downstream. And when the disregard level of the phase contrast detected with the phase comparator 15 becomes more than disregard level A, the linear motor 26 of migration equipment 24 is stopped.

[0038] Therefore, the ultrasonic transmitters 18 and 19 and the ultrasonic receivers 20 and 21 can detect Karman's vortex in the optimal location according to a high flow rate. Thereby, a vortex flowmeter 11 is enabled to calculate a flow rate correctly by detection of Karman's vortex, and flow rate measurement precision is raised more.

[0039] Moreover, when it is $Q < Q_a$, it progresses to S10 and the linear motor 26 of migration equipment 24 is made to drive in the above S7, so that the ultrasonic transmitters 18 and 19 and the ultrasonic receivers 20 and 21 may be moved to the upstream. Now, the ultrasonic transmitters 18 and 19 and the ultrasonic receivers 20 and 21 move in the direction of the upstream close to the eddy generating object 17.

[0040] Drawing 8 shows signs that the ultrasonic transmitters 18 and 19 and the ultrasonic receivers 20 and 21 moved in the direction of the upstream. That is, the propagation path of the supersonic wave transmitted from the ultrasonic transmitter 18 will pass through near the periphery of Karman's vortex 23 in the location close to the eddy generating object 17. Therefore, when the flow rate of a low flow rate region is measured and it moves to the eddy detection location of the request which approached the eddy generating object 17 according to the flow rate, in order that the phase of a supersonic wave may progress most, a disregard level serves as max.

[0041] In S11, it confirms whether to be more than disregard level A to which the disregard level of the phase contrast detected with the phase comparator 15 was set beforehand. Therefore, when the disregard level of the phase contrast detected with the phase comparator 15 is not more than disregard level A, it returns to the above S10 and the linear motor 26 of migration equipment 24 is made to drive in S11, so that the ultrasonic transmitters 18 and 19 and the ultrasonic receivers 20 and 21 may be further moved to the upstream. And when the disregard level of the phase contrast detected with the phase comparator 15 becomes more than disregard level A, the linear motor 26 of migration equipment 24 is stopped.

[0042] Therefore, the ultrasonic transmitters 18 and 19 and the ultrasonic receivers 20 and 21 can detect Karman's vortex in the optimal location according to a low flow rate. Thereby, a vortex flowmeter 11 is enabled to calculate a flow rate correctly by detection of Karman's vortex, and flow rate measurement precision is raised more.

[0043] Thus, in a vortex flowmeter 11, since the ultrasonic transmitters 18 and 19 and the ultrasonic receivers 20 and 21 move in the upstream or the direction of a lower stream of a river of passage 16 with migration equipment 24, while being able to perform eddy detection in the detection location where the disregard level of the Karman's vortex according to a flow rate becomes the optimal and being able to perform flow rate measurement to a large area from a low flow rate region to a high flow rate region, exact flow rate measurement can perform, adjusting an eddy detection location suitably, even when flow rate change is sharp.

[0044] In addition, although the configuration which has 2 sets of ultrasonic transmitters 18 and 19 and the ultrasonic receivers 20 and 21 was mentioned as an example in the above-mentioned example, of course, it is applicable not only to this but the vortex flowmeter of a configuration of having 1 set of ultrasonic transmitters and an ultrasonic receiver.

[0045] Moreover, although the above-mentioned example explained as an example the configuration which the ultrasonic transmitters 18 and 19 and the ultrasonic receivers 20 and 21 meet with to flowing fluid in the inside of the direct passage 16, this invention is applicable also to the configuration which forms the ultrasonic transmitters 18 and 19 and the ultrasonic receivers 20 and 21 in the duct periphery in which passage 16 was formed, for example movable. In that case, the supersonic wave transmitted from the ultrasonic transmitters 18 and 19 spreads the inside of a fluid through a duct, and the ultrasonic receivers 20 and 21 receive a supersonic wave through a duct.

[0046] Moreover, although the above-mentioned example explained using a linear motor 26 as a driving means to which the ultrasonic transmitters 18 and 19 and the ultrasonic receivers 20 and 21 are moved, the configuration which is made to carry out predetermined include-angle rotation of the leading screw with a stepping motor, and adjusts an eddy detection location as driving means other than this is also considered.

[0047]

[Effect of the Invention] Since it is made to move in the direction which responds to the eddy generated on the lower stream of a river of an eddy generating object, and approached or estranges an ultrasonic transmitter and an ultrasonic receiver on an eddy generating object like **** according to this invention, irrespective of flow rate change, it becomes possible to detect eddy generating correctly, and a low flow rate region can also raise measurement precision. Therefore, while being able to perform flow rate measurement to a large area from a low flow rate region to a high flow rate region, exact flow rate measurement can be performed, adjusting an eddy detection location suitably, even when flow rate change is sharp.

特開平8-271300

(43) 公開日 平成8年(1996)10月18日

(51) Int. Cl. ⁶

G01F 1/32

識別記号

F I

G01F 1/32

S

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-75078

(22) 出願日 平成7年(1995)3月31日

(71) 出願人 000003056

トキコ株式会社

神奈川県川崎市川崎区富士見1丁目6番3号

(72) 発明者 小池 弘二

神奈川県川崎市川崎区富士見1丁目6番3号 トキコ株式会社内

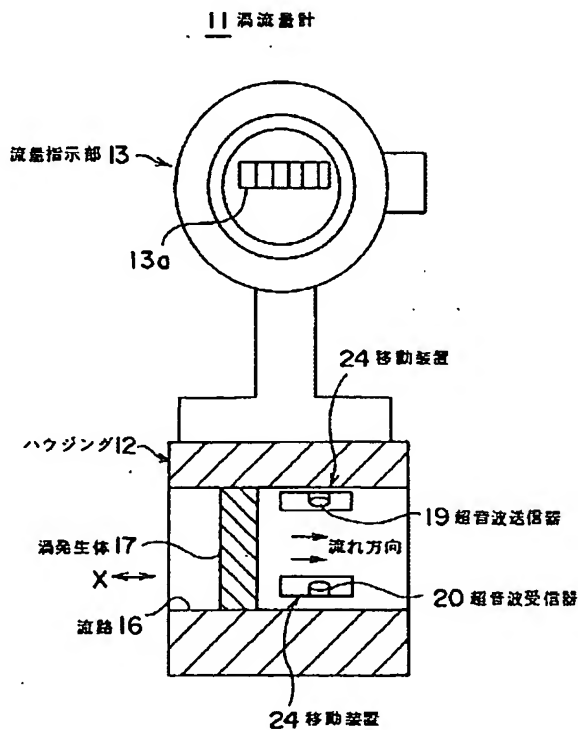
(74) 代理人 弁理士 伊東 忠彦

(54) 【発明の名称】 渦流量計

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、渦発生体の下流に発生するカルマン渦を低流量域から高流量域まで正確に検出するよう構成した渦流量計を提供することを目的とする。

【構成】 渦流量計1は、ハウジング12と、流量指示部13と、よりなる。ハウジング12の流路16内には渦発生体17が設けられ、渦発生体17より下流となる流路16の左右位置には、超音波送信器18、19及び超音波受信器20、21が設けられている。超音波送信器18、19及び超音波受信器20、21は、それぞれ移動装置24により流路16の延在方向(X方向)に移動可能に設けられている。超音波送信器18、19及び超音波受信器20、21は、移動装置24により渦発生体17に近接又は離間する方向に移動し、流量に応じた最適な渦検出位置で渦発生体17の下流に発生したカルマン渦を検出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被測流体が流れる流路に設けられた渦発生体と、該渦発生体の下流側の流路内壁に設けられた超音波送信器と、該超音波送信器に対向する流路内壁に設けられ該超音波送信器から送信された超音波を検出する超音波受信器と、を有する渦流量計において、前記渦発生体の下流に発生する渦に応じて前記超音波送信器及び超音波受信器を前記渦発生体に近接又は離間する方向に移動させる移動手段を備えてなることを特徴とする流量計。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は渦流量計に係り、特に渦発生体の下流に発生するカルマン渦を低流量域から高流量域まで正確に検出するよう構成した渦流量計に関する。

【0002】

【従来の技術】 例えば、石油、食品、化学液等の流体の流量を計測するための流量計の一つとして、渦発生体の下流に発生するカルマン渦を検出する構成とされた渦流量計がある。

【0003】 渦流量計は、大略、被測流体が供給される配管途中に設けられるハウジングと、ハウジングの流路内に起立する渦発生体と、渦発生体の下流に発生したカルマン渦を検出するセンサ部と、センサ部からの検出信号の周期（又は周波数）より被測流体の流量を演算してその流量値を表示する流量指示部とからなる。

【0004】 そして、センサ部には、超音波センサから送信された超音波信号の位相変化を検出する方式、あるいはカルマン渦による渦発生体の左右の差圧を検出する方式などが採用されている。各種センサの中でも超音波センサを使用した渦流量計は、高精度で堅牢な特徴を有するため、液体を計測するのに適している。

【0005】 図9に超音波センサを使用した従来の渦流量計の構成を示す。超音波発振器1から発振信号が出力されると、超音波送信器2aから超音波が流体中に送信される。超音波は、流体の進行方向に垂直、且つ同図の紙面と平行な経路に沿って伝播し、超音波受信器2bにより検出される。この超音波受信器2bの出力信号 α は位相制御器3を介して位相比較器4に供給される。

【0006】 一方、流体中を伝播する超音波とは別に発振器1の出力から分岐した発振信号 β は位相制御器5を介して位相比較器4の他方の入力端子に供給される。位相比較器4において、上記2つの信号 α 、 β の位相が比較される。そして、カルマン渦が発生していない状態の流体中を通過した超音波を検出して出力された信号 α は、発振器1からの発振信号 β に対して一定の位相差を有する。

【0007】 管路6内を被測流体が流れると、渦発生体7の下流において被測流体の流量に比例した間隔で左右

交互に規則的なカルマン渦が発生する。渦発生体7の下流には、超音波送信器2aと超音波受信器2bとよりなる超音波センサが設けられている。この超音波送信器2a及び超音波受信器2bは、カルマン渦の移動方向に対して直交する方向に超音波を送信するように設けられている。

【0008】 超音波送信器2aから送信された超音波が渦発生体7の下流に発生したカルマン渦に遭遇すると、カルマン渦の横方向の流速成分により位相変調を受けることとなる。そのため、位相比較器4に供給される2つの信号 α 、 β の位相差は、流体中を通過する超音波がカルマン渦に遭遇しない場合の所定の位相差とは異なった値になる。渦流量計では、この位相差の変化を検出し、フィルタ8を介して出力端子8aより取り出すことにより、流速又は流量に比例するカルマン渦の生成数を検出し、これに基づいて被測流体の流量を測定することができる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、渦発生体7の下流に発生するカルマン渦は、下流側へ流れるほど弱くなり、やがて消滅してしまう。そのため、超音波送信器2a及び超音波受信器2bは、渦発生体7からの距離がカルマン渦を検出しやすい位置となるように予め設定されており、当該離間位置に渦検出位置が決められていた。

【0010】 しかしながら、渦発生体7の下流に発生するカルマン渦の発生距離は、流量又は流速によって異なり、流量又は流速が減少するにつれてカルマン渦の発生距離が短くなる。ところが、従来の渦流量計では、超音波送信器2a及び超音波受信器2bが管路6の内壁に固定されている。

【0011】 例えば低流量域の流量を計測する場合、流量又は流速が減少しているためカルマン渦が弱くなっている。そのため、超音波送信器2aから送信された超音波がカルマン渦に遭遇しても2つの信号 α 、 β の位相差が小さくてカルマン渦を検出できない場合があるといった問題があった。

【0012】 そこで、本発明は上記問題を解決した渦流量計を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】 本発明は、被測流体が流れる流路に設けられた渦発生体と、該渦発生体の下流側の流路内壁に設けられた超音波送信器と、該超音波送信器に対向する流路内壁に設けられ該超音波送信器から送信された超音波を検出する超音波受信器と、を有する渦流量計において、前記渦発生体の下流に発生する渦に応じて前記超音波送信器及び超音波受信器を前記渦発生体に近接又は離間する方向に移動させる移動手段を備えてなることを特徴とするものである。

【0014】

【作用】本発明によれば、渦発生体の下流に発生する渦に応じて超音波送信器及び超音波受信器を渦発生体に近接又は離間する方向に移動させることにより、流量変化にかかわらず渦発生を正確に検出することが可能になり、低流量域でも計測精度を高めることができる。

【0015】

【実施例】図1乃至図3に本発明になる渦流量計の一実施例を示す。図1は渦流量計11の正面図であり、図2は渦流量計11の側面図であり、図3は渦流量計11の渦検出回路構成を示す図である。

【0016】渦流量計11は、大略、上流側配管と下流側配管との間に配設されるハウジング12と、ハウジング12の上部に設けられ流量を表示する流量指示部13と、よりなる。尚、流量指示部13は、その前面に流量計測値を数値で表示する表示器13aを有すると共に、その内部には、超音波発振器14、位相比較器15及び後述する制御回路40が収納されている。

【0017】ハウジング12は、内部に被測流体が流れる流路16を有し、流路16内には渦発生体17が設けられている。渦発生体17は、上から見ると三角形あるいは台形等のカルマン渦が発生しやすい形状に加工されている。また、渦発生体17より下流となる流路16の左右位置には、図2及び図3に示されるように超音波センサを構成する超音波送信器18、19及び超音波受信器20、21が設けられている。各超音波送信器18、19及び超音波受信器20、21はそれぞれ流路16の軸心Oに向けて取り付けられている。

【0018】尚、超音波送信器18、19は、例えば図示しないが超音波発振器14からの発振信号により振動する圧電素子と、圧電素子に加振される振動板とからなる。また、超音波受信器20、21は、上記超音波送信器18、19と同様な構成であり、流体中を伝播した超音波を受信する振動板と、振動板の振動に応じた電気信号を出力する圧電素子とから構成されている。

【0019】図4は渦発生体17の下流に発生するカルマン渦と、超音波送信器18、19及び超音波受信器20、21の取付位置を示す斜視図である。図4において、超音波送信器18、19から送信された超音波a、bは、破線で示すように伝播する。すなわち、2つの超音波a、bは、その進行方向が逆向きとなっており、流路16の軸心Oで交差し超音波受信器20、21に到達する。

【0020】また、図4では、カルマン渦22が超音波送信器18、19から送信される2つの超音波a、bの伝播経路を通過し、次のカルマン渦23が超音波伝播経路にさしかかった様子が示されている。超音波送信器18から送信された超音波aは、カルマン渦23が超音波aの進行方向と同じ方向の成分を持つことからその位相は進むことになる。一方、超音波送信器19から送信された超音波bは、その進行方向がカルマン渦23の横方

向成分と逆向きであることにより、その位相が遅れることとなる。

【0021】そのため、カルマン渦23が下流に移動するにしたがって、超音波aの位相の進み及び超音波bの位相の遅れは共に減少し、カルマン渦23の中心付近が2つの超音波a、bの伝達経路を通過する時点で超音波aの位相の進み及び超音波bの位相の遅れは無くなる。以後カルマン渦23の後半部分が上記超音波a、bの伝播経路を通過する際には、逆に超音波aの位相は遅れ、超音波bの位相は進む。

【0022】このように、1つのカルマン渦が上記超音波a、bの伝播経路を通過すると、超音波a、bの位相差は半周期分のサイン波的に変化する。この超音波a、bの位相差の変化を検出することによりカルマン渦の発生を検知することができ、さらに単位時間当たりのカルマン渦をカウントすること、あるいはカルマン渦の周期を求めることにより、流体の流速及び流量を計測することが可能になる。

【0023】また、渦発生体17の下流に発生したカルマン渦は、下流に移動するにつれて弱くなると共に、流速や流量の大きさによって検出可能な移動距離が異なる。そのため、上記超音波送信器18、19及び超音波受信器20、21は、それぞれ移動装置24により流路16の延在方向(X方向)に移動可能に設けられている。すなわち、移動装置24は、カルマン渦の発生を正確に検出することができるようにするため、流量又は流速に応じて超音波送信器18、19及び超音波受信器20、21をカルマン渦を最も検出しやすいX方向の最適位置に移動させるように動作する。

【0024】例えば、流量又は流速が大きい高流量域を計測するとき、超音波送信器18、19及び超音波受信器20、21は移動装置24の動作により渦発生体17から離間する下流方向に移動される。また、流量又は流速が小さい低流量域を計測するとき、超音波送信器18、19及び超音波受信器20、21は移動装置24の動作により渦発生体17に近接する上流方向に移動される。

【0025】ここで、移動装置24の構成について説明する。図5は図2中A-F線に沿う断面図である。尚、超音波送信器18、19及び超音波受信器20、21を移動させる移動装置24は、それぞれ同一構成であるので、以下、超音波送信器18の移動装置24について説明することにする。

【0026】移動装置24は、ハウジング12の収納部12a内に設けられており、超音波送信器18の移動方向をガイドするガイド機構25と、超音波送信器18を渦発生体17に近接又は離間する方向に駆動するリニアモータ26とよりなる。収納部12aの壁部12bには、超音波送信器18がX方向に移動するための開口12cが設けられている。

10

20

30

40

50

【0027】ガイド機構25は、超音波送信器18に固着され、且つ流路16の延在方向(X方向)に延在するガイド板27と、ガイド板27の両端を摺動可能にハウジング12の壁部12aに保持するガイド取付部材28とよりなる。ガイド取付部材28は、中央部に超音波送信器18が移動可能に挿通される開口28aを有する。また、ガイド取付部材28は、取付ボルト29の締めつけによりハウジング12の壁部12bに固定されており、ガイド取付部材28の溝28b、28cと壁部12bとの間にガイド板27が挿入されている。

【0028】また、壁部12bには、ガイド板27との間をシールするOリング30が設けられている。リニアモータ26は、超音波送信器18に固着された棒状のマグネット31、32と、マグネット31、32が摺動可能に挿入されたホルダ33、34と、ホルダ33、34に設けられたコイル35、36とよりなる。尚、ホルダ33、34はホルダ取付板37を介して取付ボルト38の締めつけによりハウジング12の壁部12dに固定されており、ホルダ33、34の内部にはマグネット31、32が挿入され、且つコイル35、36が設けられた孔33a、34aが設けられている。

【0029】リニアモータ26は、コイル35、36の磁界によりマグネット31、32に対する吸引力または反発力を発生させるよう構成されている。従って、リニアモータ26は、コイル35、36への電流が制御されることにより、超音波送信器18を上流方向又は下流方向に移動させることができる。また、超音波送信器18と一体に設けられたガイド板27が流路16の流れ方向と平行な方向に延在しているため、超音波送信器18はリニアモータ26に駆動される際、ガイド板27の両端がガイド取付部材28の溝28b、28cと壁部12bとの間を摺動することにより移動方向をガイドされ、安定的に移動することができる。

【0030】尚、上記移動装置24が収納されたハウジング12の収納部12aの外周側開口は、蓋部材39により閉蓋されている。そして、上記リニアモータ26のコイル35、36及び超音波受信器20、21は制御回路40に接続されている。この制御回路40には、渦発生体17に対する渦検出位置を調整するための制御プログラムが入力されている。この制御プログラムは、位相比較器15で予め設定された検出レベルA以上の出力が得られるように上記移動装置24のコイル35、36に通電して超音波送信器18、19及び超音波受信器20、21の移動制御を行うプログラムである。

【0031】図6は渦流量計11の制御回路40が実行する処理を説明するためのフローチャートである。制御回路40は、ステップS1(以下「ステップ」を省略する)において、超音波送信器18、19から超音波を送信させる。次のS2では、超音波受信器20、21で流路16を流れる流体中を伝播した超音波を受信したこと

を確認する。

【0032】S2で流体中を伝播した超音波が超音波受信器20、21により受信されると、S3に進み、前述したように位相比較器15により検出された超音波a、bの位相差の変化を検出する。そして、この位相差によりカルマン渦の発生を検知し、さらに単位時間当たりのカルマン渦をカウントあるいはカルマン渦の周期を求めることにより、流路16を流れる流体の現在の瞬時流量Qを演算する。

10 【0033】次のS4では、制御回路40のメモリ(図示せず)に記憶された前回の瞬時流量Qaを読み込む。続いて、S5に進み、今回の瞬時流量Qを制御回路40のメモリ(図示せず)に記憶させる。そして、S6では今回の瞬時流量Qと前回の瞬時流量Qaとを比較する。すなわち、今回の瞬時流量Qと前回の瞬時流量Qaとが等しい場合は、今回の処理を終了してS1に戻る。しかしながら、今回の瞬時流量Qと前回の瞬時流量Qaとが等しくない場合は、S7に進み、今回の瞬時流量Qが前回の瞬時流量Qaより大きいかどうかをチェックする。

20 【0034】ここで、 $Q > Qa$ であるときは、S8に進み、超音波送信器18、19及び超音波受信器20、21を下流側へ移動させるように移動装置24のリニアモータ26を駆動させる。これで、超音波送信器18、19及び超音波受信器20、21は、渦発生体17から離間する下流方向に移動する。

30 【0035】図7は超音波送信器18、19及び超音波受信器20、21が下流方向に移動した様子を示している。超音波送信器18から送信された超音波の伝播経路が渦発生体17から離間して位置でカルマン渦23の外周付近を通過することになる。従って、高流量域の流量を計測する場合、流量に応じて渦発生体17から離間した所望の渦検出位置に移動したとき、超音波の位相が最も進むため検出レベルが最大となる。

40 【0036】S9では、位相比較器15で検出された位相差の検出レベルが予め設定された検出レベルA以上かどうかをチェックする。この検出レベルAは、渦発生体17の下流に発生するカルマン渦の大きさに応じて予め設定された位相差の閾値であり、前述したようにこの位相差が大きい程カルマン渦の検出を確実にできる。

【0037】従って、S9においては、位相比較器15で検出された位相差の検出レベルが検出レベルA以上でないときは、上記S8に戻り、さらに超音波送信器18、19及び超音波受信器20、21を下流側へ移動させるように移動装置24のリニアモータ26を駆動させる。そして、位相比較器15で検出された位相差の検出レベルが検出レベルA以上になった時点で移動装置24のリニアモータ26を停止させる。

50 【0038】そのため、超音波送信器18、19及び超音波受信器20、21は、高流量に応じた最適位置でカルマン渦を検出することができる。これにより、渦流量

計11は、カルマン渦の検出により流量を正確に求めることが可能になり、流量計測精度がより高められている。

【0039】また、上記S7において、 $Q < Q_a$ であるときは、S10に進み、超音波送信器18、19及び超音波受信器20、21を上流側へ移動させるように移動装置24のリニアモータ26を駆動させる。これで、超音波送信器18、19及び超音波受信器20、21は、渦発生体17に近接する上流方向に移動する。

【0040】図8は超音波送信器18、19及び超音波受信器20、21が上流方向に移動した様子を示している。すなわち超音波送信器18から送信された超音波の伝播経路が渦発生体17に近接した位置でカルマン渦23の外周付近を通過することになる。従って、低流量域の流量を計測する場合、流量に応じて渦発生体17に近接した所望の渦検出位置に移動したとき、超音波の位相が最も進むため検出レベルが最大となる。

【0041】S11では、位相比較器15で検出された位相差の検出レベルが予め設定された検出レベルA以上かどうかをチェックする。従って、S11においては、位相比較器15で検出された位相差の検出レベルが検出レベルA以上でないときは、上記S10に戻り、さらに超音波送信器18、19及び超音波受信器20、21を上流側へ移動させるように移動装置24のリニアモータ26を駆動させる。そして、位相比較器15で検出された位相差の検出レベルが検出レベルA以上になった時点で移動装置24のリニアモータ26を停止させる。

【0042】そのため、超音波送信器18、19及び超音波受信器20、21は、低流量に応じた最適位置でカルマン渦を検出することができる。これにより、渦流量計11は、カルマン渦の検出により流量を正確に求めることが可能になり、流量計測精度がより高められている。

【0043】このように、渦流量計11では、超音波送信器18、19及び超音波受信器20、21が移動装置24により流路16の上流又は下流方向に移動するため、流量に応じたカルマン渦の検出レベルが最適となる検出位置で渦検出を行うことができ、低流量域から高流量域まで広範囲に流量計測を行えると共に、流量変化の激しい場合でも適宜渦検出位置を調整しながら正確な流量計測を行うことができる。

【0044】尚、上記実施例では、2組の超音波送信器18、19及び超音波受信器20、21を有する構成を一例として挙げたが、これに限らず、1組の超音波送信器、超音波受信器を有する構成の渦流量計にも適用することができるのは勿論である。

【0045】また、上記実施例では、超音波送信器18、19及び超音波受信器20、21が直接流路16内を流れる流体に接する構成を一例として説明したが、例えば流路16が形成された管路外周に超音波送信器1

8、19及び超音波受信器20、21を移動可能に設ける構成にも本発明を適用することができる。その場合、超音波送信器18、19から送信された超音波は管路を介して流体中を伝播し、超音波受信器20、21は管路を介して超音波を受信する。

【0046】また、上記実施例では、超音波送信器18、19及び超音波受信器20、21を移動させる駆動手段としてリニアモータ26を用いて説明したが、此れ以外の駆動手段として、例えばステッピングモータによりリードスクリューを所定角度回転させて渦検出位置を調整する構成も考えられる。

【0047】

【発明の効果】上述の如く、本発明によれば、渦発生体の下流に発生する渦に応じて超音波送信器及び超音波受信器を渦発生体に近接又は離間する方向に移動させるため、流量変化にかかわらず渦発生を正確に検出することが可能になり、低流量域でも計測精度を高めることができる。そのため、低流量域から高流量域まで広範囲に流量計測を行えると共に、流量変化が激しい場合でも適宜渦検出位置を調整しながら正確な流量計測を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明になる渦流量計の一実施例の一部を切断した正面図である。

【図2】渦流量計の側面図である。

【図3】渦流量計の流量計測を説明するための構成図である。

【図4】渦発生体の下流に発生したカルマン渦、及びカルマン渦を検出する超音波の伝播経路を示す斜視図である。

【図5】移動装置の構成を説明するための図2中A-F線に沿う断面図である。

【図6】制御回路が実行する処理を説明するためのフローチャートである。

【図7】高流量域の流量を計測する場合の渦検出位置の移動動作を示す図である。

【図8】低流量域の流量を計測する場合の渦検出位置の移動動作を示す図である。

【図9】従来の渦流量計及びその計測原理を説明するための構成図である。

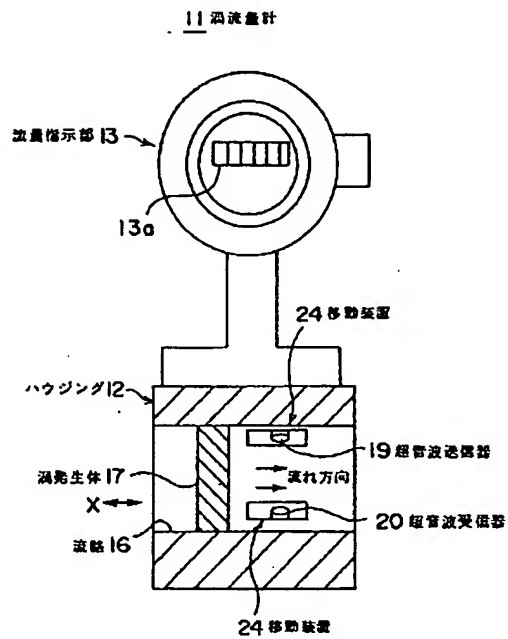
【符号の説明】

- 11 渦流量計
- 12 ハウジング
- 13 流量指示部
- 14 超音波発振器
- 15 位相比較器
- 16 流路
- 17 渦発生体
- 18、19 超音波送信器
- 20、21 超音波受信器

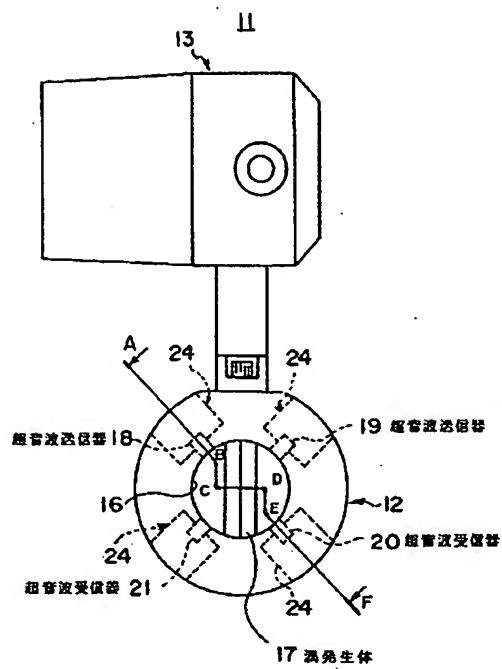
22, 23 カルマン渦
24 移動装置
25 ガイド機構

26 リニアモータ
40 制御回路

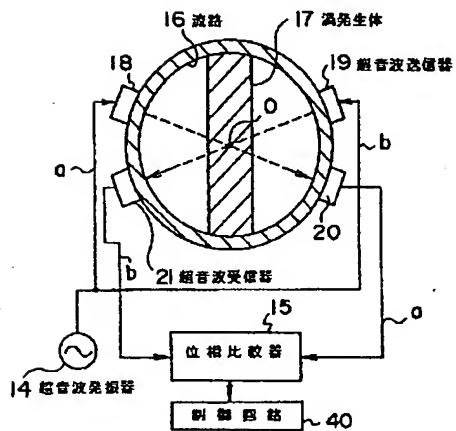
【図1】



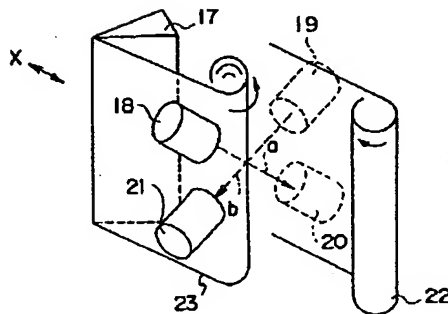
【図2】



【図3】

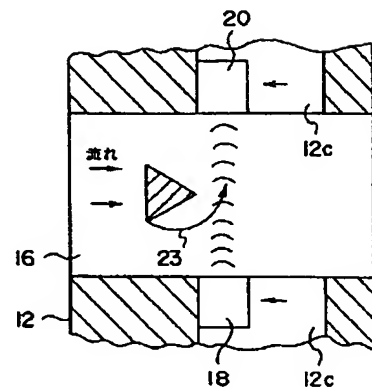
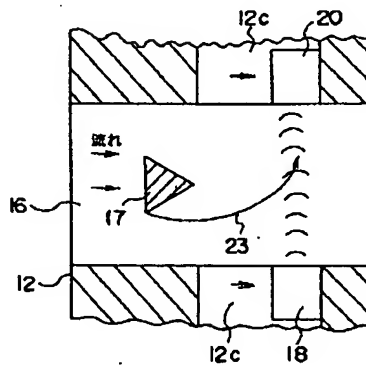


【図4】

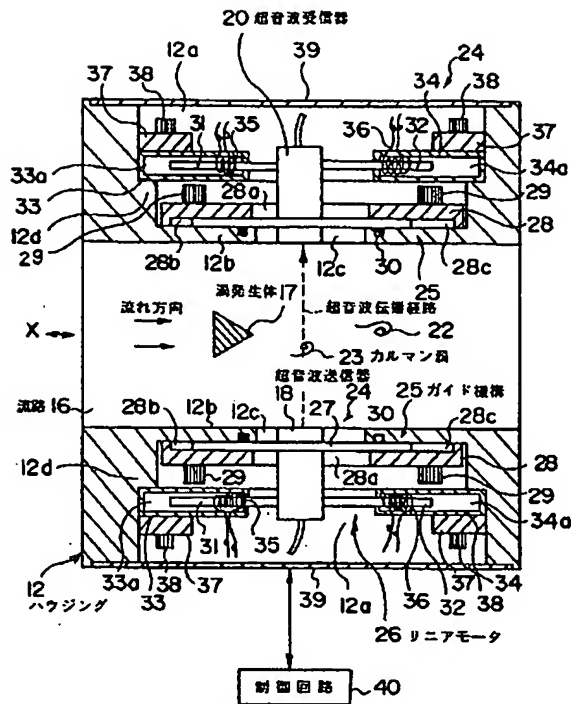


【図7】

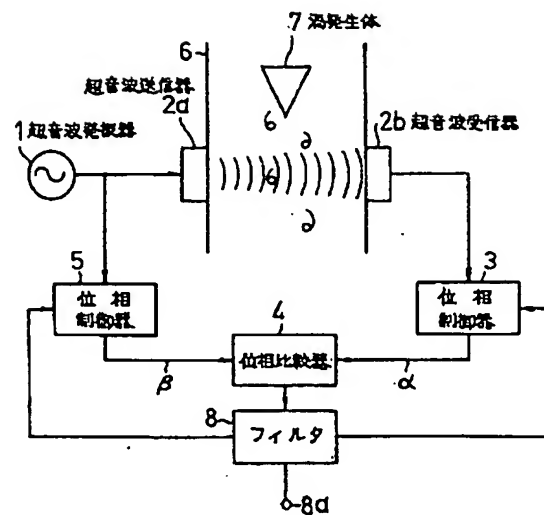
【図8】



【図5】



【図9】



【図6】

